

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 61-016696

(43)Date of publication of application : 24.01.1986

(51)Int.Cl.

H04R 3/04

(21)Application number : 59-137031

(71)Applicant : PIONEER ELECTRONIC CORP

(22)Date of filing : 02.07.1984

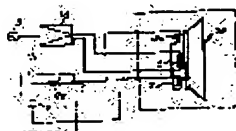
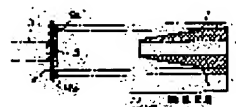
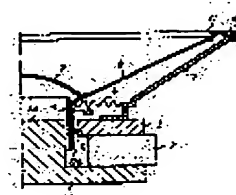
(72)Inventor : OYABA TAKASHI  
URUMA MASAHIRO

## (54) SPEAKER DEVICE

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To lower the lowest resonance frequency and expands a low frequency reproducing band by providing a DC power source which supplies a current directly to a subcoil provided electrically independently of a voice coil, and flowing a DC current so that force in the displacement direction of the voice coil operates on the subcoil.

**CONSTITUTION:** A bobbin 4 is wound with a couple of subcoils 12a and 12b at both sides of the voice coil 4 in the winding direction independently of the voice coil 5. The couple of subcoils 12a and 12b are connected in series so as to have the opposite polarities when wound in the same direction or in series so as to have the same polarity when wound in the opposite directions. For example, when an input signal is supplied and the voice coil 5 is displaced downward by  $\Delta X$ , one subcoil 12a enters a slope part where magnetic flux density is steep and the force increases. The other subcoil 12b, on the other hand, enters a slope part where magnetic flux density is slow and the force decreases slightly. Therefore, the composite component is force in the displacement direction of the voice coil 5.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑪ 公開特許公報(A)

昭61-16696

⑫ Int.Cl.<sup>4</sup>

H 04 R 3/04

識別記号

1 0 1

庁内整理番号

8524-5D

⑬ 公開 昭和61年(1986)1月24日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑭ 発明の名称 スピーカ装置

⑮ 特 願 昭59-137031

⑯ 出 願 昭59(1984)7月2日

⑰ 発 明 者 大 矢 場 隆 史 所沢市花園4丁目2610番地 バイオニア株式会社所沢工場内

⑱ 発 明 者 漆 間 雅 宏 所沢市花園4丁目2610番地 バイオニア株式会社所沢工場内

⑲ 出 願 人 バイオニア株式会社 東京都目黒区目黒1丁目4番1号

⑳ 代 理 人 弁理士 藤村 元彦

## 明 細 書

### 1. 発明の名称

スピーカ装置

### 2. 特許請求の範囲

(1) キャビネットに収納された動電型スピーカユニットを含むスピーカ装置であって、オーディオ信号が供給されるボイスコイルと、前記ボイスコイルとは電氣的に独立して設けられたサブコイルと、前記サブコイルに直流電流を供給する直流電源とを備え、前記サブコイルに前記ボイスコイルの変位方向の力が発生するように直流電流を流すことを特徴とするスピーカ装置。

(2) 前記ボイスコイルはその巻幅が磁気回路部の磁極対向幅より広いロングボイスコイルであり、前記サブコイルは前記ボイスコイルの巻幅方向における両側に設けられた一対のコイルからなることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のスピーカ装置。

(3) 前記直流電源による直流電流の値が可

変であることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のスピーカ装置。

### 3. 発明の詳細な説明

#### 技術分野

本発明は、スピーカ装置に関し、特にキャビネットに収納された動電型スピーカユニットを含むスピーカ装置に関する。

#### 背景技術

従来、動電型スピーカ装置において、低域再生帯域を拡大するために種々の手法が採られているが、基本的には、次の事項1)～3)を避けることが出来なかった。すなわち、

1) スピーカユニットの振動板の前後の放射音波は逆位相なので、これを隔離するためにスピーカユニットをキャビネットに収納する必要がある。

2) スピーカシステムの最低共振周波数 $f_0$ は、振動系の質量と振動系のスティフネスによって決定されるが、スピーカユニットの振動系の支持スティフネスをいかに小さくしても、キャビネットに収納することにより振動系のスティフネスは大

きくなってしまう。すなわち最低共振周波数 $f_0$ は高くなってしまう。

3) 球面放音源である膜り、音圧周波数特性を平坦にできる領域は、振動系が質量制御すなわち加速度一定で振動している領域に限られ最低共振周波数 $f_0$ 以下においては $12\text{ dB/oct}$ の傾斜で音圧周波数特性が低下する。

従って、上記の制約下において、いかにして最低共振周波数 $f_0$ を低くするかが問題であり、そのために従来は種々の手法が採られてきた。その手法としては、例えば、以下に記載した(1)～(4)の手法がある。すなわち、

(1) 振動系の質量を増加する。

(2) 大きなキャビネットにスピーカユニットを収納する。

(3) スピーカユニットの口径を小さくして等価的にキャビネットによるスティフネスを小さくする。

(4) 振動系の支持スティフネスを極端に小さくする。

の拡大は可能であるが、加速度を検出する手段が必要でかつアンプが特殊なものとなるので、一般性がなく、高価なものとなると共に、動作の不安定さやアンプの質による音質の変化等の問題もあり、広く普及するに至っていないのが現状である。

#### 発明の概要

本発明は、上述した点に鑑みなされたもので、感度の低下を来すことなく最低共振周波数を低くすることにより、低域再生帯域の拡大を可能としたスピーカ装置を提供することを目的とする。

本発明によるスピーカ装置は、通常のボイスコイルとは電気的に独立したサブコイルを設け、このサブコイルにボイスコイルの変位方向の力が発生するように直流電流を流すことによって負のスティフネスを発生させるようにしたことを特徴としている。

#### 実施例

以下、本発明の実施例を図に基いて説明する。

第1図は、本発明によるスピーカ装置の機構部の断面図であるが、左右対称のため右半分のみを

ところが、これら手法についても、それぞれ次の様な欠点がある。すなわち、手法(1)においては、同じ駆動力では感度が低下することになる。感度を低下させない様に駆動力を増加させれば、それ以上の割合で電磁制動が増加し、結局最低共振周波数 $f_0$ 付近では出力レベルが低下することになる。手法(2)では、外形寸法が大きくなるので、寸法が決められている場合はこの手法は使えない。手法(3)の組合は手法(1)と同様に感度が低下してしまう。手法(4)では、仮に支持部のスティフネスを零としても、キャビネットのスティフネスは存在する。尚、一般的なブックシェルフタイプのスピーカシステムでは支持部のそれに比較して2～5倍程度大きい。

以上のように、従来採られてきた各手法では、最低共振周波数を大幅に低下させることは困難であり、小型スピーカ装置においては特にそれが困難となっていた。また、振動系の振動加速度を検出し、これをアンプにフィードバックするMFB (Motional Feedback) 方式でも、再生帯域

示している。図において、断面逆丁字形ボールヨーク1の底部周縁部には、厚み方向に着磁された環状のマグネット2が設置され、このマグネット2上には更に環状のプレート3が設置され、これらによって磁気回路部が構成されている。ボールヨーク1のセンターボール1Aの周壁とプレート3の内壁との間に形成された磁気ギャップ内には、ボビン4に巻回されたボイスコイル5が挿入されている。ボビン4はダンパ6を介してフレーム7により振動自在に支持されている。ボビン4には振動板8がその中央孔にて結合し、更にセンターキャップ9が冠着されている。振動板8の開口周縁部は、ガスケット10によってフレーム7に固着せしめられたエッジ11により支持されている。

ボイスコイル5は磁気ギャップにおける磁束を有効に利用して効率を向上せしめるために、その巻幅が磁気ギャップにおける磁極対向幅(プレート3の厚み)より広いわゆるロングボイスコイルとなっている。このボイスコイル5とは別にボビン4には更に、ボイスコイル5の巻幅方向にお

ける両側に設置するように一対のサブコイル12a、12bが巻回されている。この一対のサブコイル12a、12bは、各々の巻回方向が同じ場合は互いに逆極性となるように直列に、逆方向巻回の場合は同極性となるように直列に接続される。ボイスコイル5およびサブコイル12a、12bの相対位置は、第2図に示される様に、磁気ギャップ中の磁束分布との対応において、サブコイル12a、12bのボイスコイル5側の各端部が磁束分布の急激な傾斜の始まり位置に一致するように設定される。

第3図は本スピーカ装置の回路図であり、キャビネットCに収納されたスピーカユニットSPのボイスコイル5には、信号源13からのオーディオ信号がアンプ14を介して供給される。一方、直列接続された一対のサブコイル12a、12bの両端には外部直流電源15が接続されており、この直流電源15から各サブコイル12a、12bに直流電流が供給される。この直流電流の値は直流電源15に内蔵された可変抵抗器VRの調整

によって可変となっている。

本スピーカ装置における諸元の一例の数値を、表1に示す。

[表 1]

磁気回路	磁極対向幅	10 (mm)
	磁気ギャップ長	1.60 (mm)
	磁束密度	11000 (G)
ボイスコイル	巻幅 $w_1$	16 (mm)
	線径 $d_1$	$\phi 0.32$ (mm)
	線長 $l_1$	17.50 (mm)
	直流抵抗 $R_1$	4.00 ( $\Omega$ )
サブコイル	巻幅 $w_2$	4.00 (mm)
	線径 $d_2$	$\phi 0.16$ (mm)
	線長 $l_2$	13.40 (mm)
	直流抵抗 $R_2$	12.00 ( $\Omega$ )
振動系	等価半径 $a$	128 (mm)
	等価質量 $m_0$	0.06 (kg)
	最低共振周波数 $f_0$ (スピーカ単体)	23 (Hz)
	等価スティフネス $S_u$ (スピーカ単体)	$1.25 \times 10^4$ (N/mm)
キャビネット	容積 $V_c$	60 (l)
	等価スティフネス $S_c$	$6.13 \times 10^4$ (N/mm)

次に、本発明の作用について説明する。

まず、サブコイル12aおよび12bに直流電流Iを直流電源15から供給する。このとき、それぞれのコイル12a、12bには磁極の中央に向って力が働くように直流電流Iの向きを設定しておけば、入力信号がない状態では各々に発生する力が逆向きで同一の大きさとなるのでバランス状態となり、各コイルは静止状態を維持する。

今、入力信号が供給されボイスコイル5が第2図において下方向に $\Delta X$ だけ変位したとすると、一方のサブコイル12aが磁束密度の急な傾斜部に入り力が増大する。一方、他方のサブコイル12bは磁束密度が低い緩やかな傾斜部に入り力がやや減少する。従って合成力としては、ボイスコイル5の変位方向の力となる。

ここで、磁束密度の傾きをK(本実施例では $K=2000$  (G/mm)とする)、位置をXとし、磁束密度が傾斜部分で、 $B_g x = K \cdot X$ なる式で表わされるとすれば、直流電流Iを流したときにX位置で発生する力 $F_x$ は、コイルの有効長を $l$ とすれ

ば、

$$F_x = B_g x \cdot l = K \cdot X \cdot l \cdot I$$

等価スティフネスSは、

$$S = F_x / X = K \cdot l \cdot I$$

となる。そして、表1に示した本スピーカ装置における諸元をあてはめて計算すると、表2に示す如き結果が得られる。尚、等価スティフネスSはボイスコイル5の変位方向に力が発生するようにとられているので負スティフネス $S_N$ となる。

[表 2]

1コイル当りの 直流電流 (A)	等価スティフネス (N/mm)
0.5	$1.34 \times 10^3$
1.0	$2.68 \times 10^3$
1.5	$4.02 \times 10^3$
2.0	$5.36 \times 10^3$

ここで、従来装置におけるキャビネット収納状態での最低共振周波数 $f_{oc}$ を計算してみると、

$$f_{oc} = 1 / 2\pi \sqrt{(S_u + S_c) / m_0} \\ = 51.2 \text{ (Hz)}$$

となる。

これに対して、本発明装置において、表2に示される様な負スティフネス $S_N$ を付加した場合の最低共振周波数 $f_{ocN}$ を計算すると、表3に示す如くなる。ただし、等価スティフネス $S_o$ は、

$$S_o = S_u + S_c - S_N$$

である。この関係が第4図に示す。第4図では、変位-抗力の関係を表わしているの、スティフネスは図示の曲線の傾きとなることは言うまでもない。尚、第4図において、(a)はスピーカユニットの変位-抗力の関係、(b)はキャビネットの変位-抗力の関係、(c)はスピーカユニット+キャビネットの変位-抗力の関係、(d)は本発明装置により付加される変位-抗力の関係、(e)は全体を合成した実質的な変位-抗力の関係をそれぞれ示している。

以下余白



して短絡電流が流れるため制動作用が生じ、結果的に振幅が減少して低域再生帯域の拡大に対して不利となるからである。

尚、本発明は、サブコイル12a、12bに直流電流を流すことによって負スティフネスを得ようとするものであるから、構成においては、上記実施例に限定されるものではない。すなわち、磁界（磁束密度の分布）の傾斜部分に位置するサブコイルに直流電流をその力が変位を拡大する方向（負スティフネスとなる向き）に流すようにさえ構成されていれば、磁気ギャップおよびサブコイルの数は複数であっても全く同等の効果が得られるのである。

また、上記実施例では、2個のサブコイルを用いているが、それぞれのコイルが静止位置から磁極と反対方向へ変位している間は、負スティフネスの値としては小さい、すなわち殆ど作用していないので、この期間のみ直流電流を遮断することにより、電力効率を上げることができる。具体的には、第5図に示すように、それぞれのサブコイ

【表 3】

直流電流 I (A)	等価スティフネス $S_o$ (N/m)	最低共振周波数 $f_{ocN}$ (Hz)
0	$7.38 \times 10^2$	51.2
0.5	$6.04 \times 10^2$	46.3
1.0	$4.70 \times 10^2$	40.8
1.5	$3.36 \times 10^2$	34.5
2.0	$2.02 \times 10^2$	26.8

第3図において、直流電流15から出力される直流電流の値が可変であるので、その値を変化させることにより極めて容易に最低共振周波数を変化させることができ、最適値の設定を簡単に行なうことができる。尚、直流電流15はその出力特性が定電流特性、すなわち電源内部インピーダンスが極めて高い状態であることが望ましい。なぜなら、負スティフネスを発生するためのサブコイル12a、12bも磁界内で振動するために逆起電力が発生することになるが、もし電源の内部インピーダンスが低い場合は、この逆起電力が短絡

ルにサイリスタ16a、16bを接続し、そのゲートに変位の方向に極性が合致した入力信号（ローパスフィルタ17および直流アンプ18を経たオーディオ信号）を取り出して印加することにより、各サブコイルに対して一方向性の直流電流が得られ、上記目的が達成されるのである。

第6図には本発明によるスピーカ装置の機構部の他の実施例における磁気回路部の磁束分布に対する各コイルの位置関係が示されている。本実施例においては、マグネット2の上下にトッププレート3aおよびバックプレート3bが配され、これらプレート3a、3bと対向するポールヨーク1Bの対向部分が凸状に形成されて一対の磁気ギャップを構成している。これら一対の磁気ギャップには一対のボイスコイル5a、5bが配され、これら一対のボイスコイル5a、5b間に単一のサブコイル12が配された構成となっている。

この構成によれば、サブコイル12が磁束密度分布におけるゼロクロス近傍の直線部分に位置するので、負スティフネスの直線性が良く、又一対

のボイスコイル 5a, 5b がプッシュプル動作を行なうため、2次歪を少なくすることができる。

尚、上記各実施例においては、サブコイルをボイスコイルと同じ磁気回路部に配したが、負ステイフネルを得るための専用の磁気回路部を別に設け、この磁気回路部にサブコイルを配しても良いことは勿論である。

#### 効果

以上説明したように、本発明によれば、通常のボイスコイルとは電気的に独立したサブコイルを設け、このサブコイルにボイスコイルの変位方向の力が発生するように直流電流を流すことによって負のステイフネスを発生させ、等価ステイフネスを低減させるようにしたので、最低共振周波数を下げることができ、低域再生限界を拡大できると共に、振動系質量を増加して最低共振周波数を低下させる従来の方法に比較して感度の低下がなく、さらにはMFB方式で問題になる構造の複雑化やアンプの質による音質の変化、動作の不安定等の問題もないスピーカ装置が得られる。

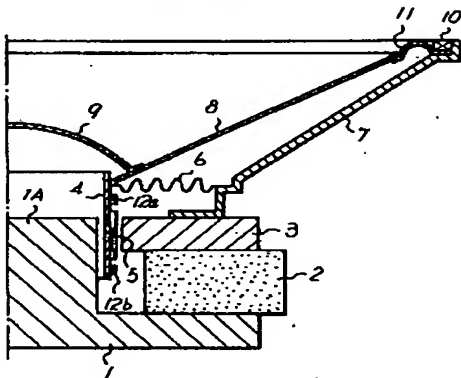
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明によるスピーカ装置の機構部を示す断面図、第2図は第1図における磁気回路部の磁束分布に対する各コイルの位置関係を示す図、第3図はかかるスピーカ装置の回路系のブロック図、第4図は各種状態における変位-抗力の関係を示す図、第5図は本発明によるスピーカ装置の回路系の他の実施例を示すブロック図、第6図は本発明によるスピーカ装置の機構部の他の実施例における磁気回路部の磁束分布に対する各コイルの位置関係を示す図である。

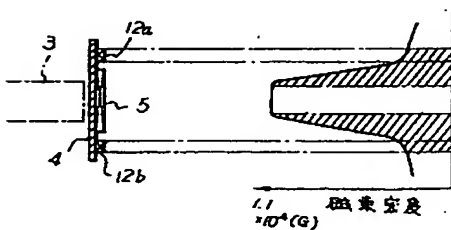
#### 主要部分の符号の説明

- 2 …… マグネット    3 …… プレート
- 4 …… ボビン
- 5, 5a, 5b …… ボイスコイル
- 8 …… 振動板
- 12, 12a, 12b …… サブコイル
- 15 …… 直流電源    SP …… スピーカユニット
- C …… キャビネット

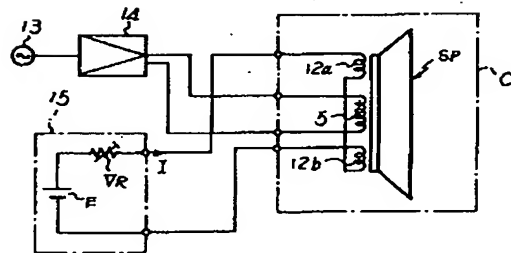
第1図



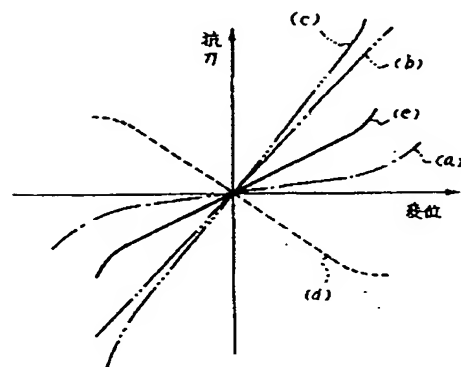
第2図



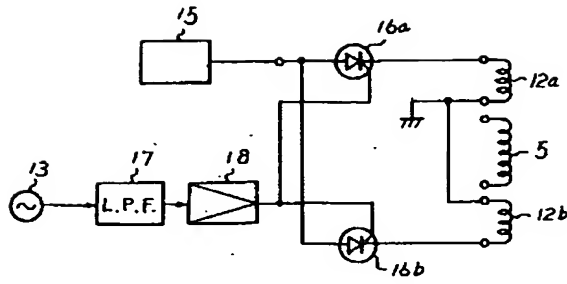
第3図



第4図



第 5 図



第 6 図

